

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-105895

(43)Date of publication of application : 24.04.1998

(51)Int.Cl.

G08G 1/16
G08G 1/09

(21)Application number : 08-258229

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 30.09.1996

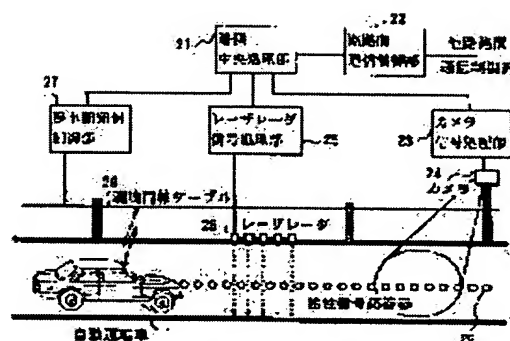
(72)Inventor : TAKAHASHI KAZUNORI
TANIFUJI SHINYA
SATO YOSHITO
SHIMA TAKESHI

(54) TRAVELING OBJECT CONTROL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the safety, reliability and smoothness especially at the joining part of traveling road by finding a time section in which vehicles pass through a joining spot concerning a vehicle traveling on the joining road and a vehicle traveling on the traveling road and judging whether the time sections of them overlap.

SOLUTION: When an automatically driving vehicle 1 approaches the neighborhood of the joining spot, a traveling plan is calculated by the vehicle 1 in response to a request from a processing part or spontaneously from the vehicle 1. Then, arriving time section information, speed information, changeable limit range information, etc., at front and rear tips at the joining spot are sent to a road-side central processing part 21. The part 21 judges the presence/absence of the overlapping of the arriving time sections and when there is no overlapping, gives information that the vehicle can join as the traveling plan. When there is overlapping, the part 21 asks the changing command of the traveling plan based on a set controlling countermeasure. To put it concretely, time section information allowing the vehicle to join without collision is calculated and sent to the vehicle 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 0 - 1 0 5 8 9 5

(43) 公開日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 4 月 2 4 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G08G 1/16			G08G 1/16	D
1/09			1/09	F
				Q

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平 8 - 2 5 8 2 2 9

(22) 出願日 平成 8 年 (1 9 9 6) 9 月 3 0 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 1 0 8

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 高橋 和範

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 谷藤 真也

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 佐藤 義人

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体制御方式

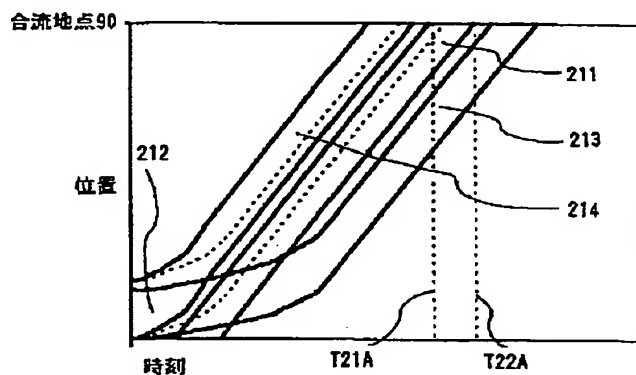
(57) 【要約】

【課題】 自動運転システムの合流地点における信頼性、安全性、円滑性を確保する具体的検討が不十分。

【解決手段】 合流地点に到着する時刻を幅を持って推定し、そこで衝突が発生する可能性があれば、回避するように自動運転車に制御指令を出す。

【効果】 自動運転システムの合流部における合流に関して、信頼性、安全性、円滑性を向上できる。

図 12



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 走行路上の状況を検知する検知手段と、その検知手段からの情報を受け取り、それを処理する検知情報処理手段と、走行路の近傍に設置される無線を使って情報交信する手段と、無線を使って情報交信する手段と、その無線交信で得られた情報を用いて自身の挙動を制御する手段を有する走行路上を移動する移動体と、検知情報処理手段にて得られた情報と移動体から無線交信によって得られた情報を処理して移動体に送る情報を作り出す情報処理手段、を含む移動体制御システムにおいて、

移動体は、移動体の走行路に対する現在地点の情報と与えられた目的地点の情報と、情報処理手段において得られた走行路の状態についての情報を用いて、その与えられた目的地点に到達する時刻を、所定の基準を用いて求める手段を有し、走行路に接続する合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体の走行路への合流方式として、

合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体について、その先端から前方の所定の距離離れた点とその後端から後方の所定の距離離れた点が合流地点に到達する時間をそれぞれ求め、さらに、走行路上の移動体について、その先端から前方の所定の距離離れた点とその後端から後方の所定の距離離れた点が合流地点に到達する時間をそれぞれ求め、

合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体について求めた 2 つの時刻区間と、走行路上の移動体について求めた 2 つの時刻区間が重ならない場合は、そのまま合流させ、重なる場合は、合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体が走行路上の移動体のどちらか一方、あるいは両方に制御する情報及び警告する情報を情報処理手段が送ることを特徴とする移動体制御方式。

【請求項 2】 請求項 1 記載の移動体制御システムにおいて、

移動体は、移動体の走行路に対する現在地点の情報と与えられた目的地点の情報と、情報処理手段において得られた走行路の状態についての情報を用いて、その与えられた目的地点に到達した時の速度を、所定の基準を用いて求める手段を有し、

請求項 1 記載の時刻区間の重なりだけでなく、合流地点での速度の情報を用いて、合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体か走行路上の移動体のどちらか一方、あるいは両方に情報処理手段が送る制御する情報を求めることを特徴とする移動体制御方式。

【請求項 3】 請求項 1 記載の移動体制御システムにおいて、

移動体は、さらに、その与えられた目的地点に所定の条件下で最も早く到達できる時刻及び所定の条件下で最も遅く到達できる時刻を求める手段を有し、

請求項 1 記載の時刻区間が重なる場合、合流路上を合流

地点へ向かって走行する移動体について、その先端から前方の所定の距離離れた点が合流地点に所定の条件下で最も早く到達する時間とその後端から後方の所定の距離離れた点が所定の条件下で最も遅く到達する時間をそれぞれ求め、同様に、走行路上の移動体について、その先端から前方の所定の距離離れた点が合流地点に所定の条件下で最も早く到達する時間とその後端から後方の所定の距離離れた点が所定の条件下で最も遅く到達する時間をそれぞれ求め、その求めた時刻区間内において、所定の条件の下で、合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体の時刻区間か走行路上の移動体の時刻区間のどちらか一方、あるいは両方を、時刻に関して重ならないように移動し、その移動した時刻区間に移動体が到達するように情報処理手段が移動体に制御の情報を送る移動体制御方式。

【請求項 4】 請求項 3 記載の移動体制御方式において、合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体について、その先端から前方の所定の距離離れた点が合流地点に所定の条件下で最も早く到達する時間とその後端から後方の所定の距離離れた点が所定の条件下で最も遅く到達する時間をそれぞれ求めた、その時刻区間内、走行路を走行する移動体が複数到達する場合、その複数の到着時刻区間の間の間隙時刻区間の中から、合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体が到達可能な区間を探し、該当するものがあればその間隙時刻区間に合流するように合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体に制御情報を送り、該当するものがなければ、その間隙時刻区間の最大のものを探し、その区間に合流するように合流路上を合流地点へ向かって走行する移動体に制御情報を送り、さらに、その間隙時刻区間の前後の走行路上の移動体に対し、制御情報を送ることを特徴とする移動体制御方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は自動車に代表される移動体の自動運転システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車の自動運転システムに関しては、例えば、J. Bender, "An Overview of Systems Studies of Automated Highway Systems", IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 40, NO. 1, FEBRUARY 1991、等にその基本的な考え方が述べられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 自動車の自動運転システムは、その基本的な考え方がこれまで検討されてきたが、その実用化に至るまでには、解決すべき課題が多い。システムには、特に信頼性や安全性、さらには自動車交通流の円滑性が十分確保されることが求められるが、これらに対する具体的な検討は不十分であった。

【0004】

【課題を解決するための手段】システムの前提として、自動車システムは、ドライバの操作なしで、車体の制御（加速、減速、ハンドリング）が電子的に実現できる機能、周囲の自動車や障害物との距離やその挙動を検知できる機能、路側のシステムと他の自動車と無線通信できる機能を有するものとする。一方、路側システムは、自動車と通信する機能、走行路上の自動車や障害物の位置や挙動を検知できる機能、自動車に制御指令を出す機能を有するものとする。

【0005】本発明では、特に走行路の合流部における安全性、信頼性、円滑性向上を考慮した自動車の合流方式について着目している。

【0006】そのためには、まず、自動運転車は、走行路の状態についての情報、現在地点、与えられた目的地の地点の情報により、その目的地に到達した時の時刻や速度を求める機能を持つことが必要である。そして、その機能を用いて、自動車の前後に設定した安全距離を加味して、その自動車が合流地点を通過する時刻区間を求めるのである。これを合流路を走行する自動車と走行路を走行する自動車について求め、それらの時刻区間が重なるかどうか判定する。もし、重ならないければ路側システムから合流のための特別な制御をせずに合流させる。もし、重なるのであれば、路側システムは、合流車か本線車あるいは両方に加減速の制御指令を出して衝突しないようにする。さらには、合流地点での速度の大小を加味して、合流後、短時間で衝突しないように、制御指令を作成することも可能である。さらには、合流車と本線車両方について、その最大加速をもって到達する時刻と最大減速をもって到達する時刻からなる時刻幅を、自動運転車の自由度（別の見方では路側から制御できる到達時刻範囲）とみなし、その範囲内に収まるように、最初の時刻区間を互いに重ならないようにずらし、その結果を実現するように路側システムは自動車に対して制御情報を送ることも可能である。

【0007】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施例を述べる。

【0008】まず最初に、本発明を説明するうえで、前提となるシステムの構成を説明する。図1は走行路として道路、移動体として自動車を用いたシステムの道路側（路側）の構成を示したものである。1は自動運転で動作する自動運転車である。21は路側の装置を統括して制御する路側中央処理部である。22は路側中央処理部21に接続される路側間通信制御部であり、他の路側中央処理部との情報交信を制御する部分である。また、路側には道路を監視する為のカメラ24が走行路近傍に設置され、そのカメラにて撮影された映像を処理するカメラ信号処理部23にて処理した情報を路側中央処理部に送信する。一方、路側近傍には走行路上の自動車を検出する為のレーザレーダ26が設置され、そのレーザレーダからの信号を処理するレーザレーダ信号処理部25

にて処理した情報を路側中央処理部へ送信する。更に、走行路に沿って自動車と交信する為に漏洩同軸ケーブル28を敷設し、そのケーブルと路側中央処理部に接続された路側間通信制御部27が路側間の通信を制御する。最後に、走行路には自動車の進行の際のガイドの役割を果たす磁性信号応答器29が指定の間隔で埋設されている。

【0009】次に、自動運転車1の構成を以下に説明する。

【0010】図2は自動運転を実施する為に、自動車に付加されなければならないシステムの構成を示している。11は自動運転を統括制御する車体中央処理部を示しており、車体制御部12、車体センサ部13、車体通信部14とそれぞれ接続している。車体制御部12は自動車本体そのものの制御を実施する部分である。車体センサ部13は自動車に取り付けられたセンサを制御する部分である。車体通信部14は路側間通信および車車間通信を制御する部分である。

【0011】図3は車体制御部12の構成を示したものである。121はハンドルであり、ハンドル制御部122からの制御信号によって制御される。123はアクセルであり、アクセル制御部124からの制御信号によって制御される。125はブレーキであり、ブレーキ制御部126からの制御信号によって制御される。127はウィンカーであり、ウィンカー制御部128からの制御信号によってその点灯が制御される。このウィンカー制御部には複数のウィンカーが接続される。

【0012】図4は車体センサ部13の構成を示したものである。131は自動車の周囲の物体までの距離を計測する為のレーザレーダであり、レーザレーダ信号処理部132にてその信号が処理される。レーザレーダは車両に複数取り付けることが可能であり、今回は車両の前後左右に取り付けられているものとする。133は走行路上に埋設された磁性信号応答器を検出する磁気センサであり、そこで検出された信号は磁気センサ処理部134にて処理される。135は車両の周囲の映像を読み取るカメラであり、カメラ信号処理部136にてその映像信号を処理する。カメラは複数取り付けことができ、今回は車両の前後に取り付けるものとする。

【0013】図5は車体通信部14の構成を示したものである。141は路側に敷設された漏洩同軸ケーブルを介して路側のシステムと通信するための路側間通信アンテナであり、路側間通信処理部142を介して路側間通信が実施される。143は車車間通信の為のアンテナであり、車車間通信処理部144を介して車車間通信が実施される。車車間通信アンテナは複数取り付け可能であり、今回は車体の前後に取り付けるものとする。

【0014】以上説明したシステムを前提として以下に本発明について説明する。

【0015】まず最初に、自動運転車与えられた目的

地点に到達する時刻の算出方法について図6以下を用いて説明する。

【0016】図6の60は自動運転の走行路を表す。自動運転車61について、その車両先端から前方へ距離DF離れた点を先端点63、その車両末尾から後方へ距離DR離れた点を後端点64とする。そして、自動運転車61が向かう目的地点を65とする。距離DFは車両前方に想定した安全距離であり、これは0を含めた任意の値が設定できる。例えば、安全性を考慮するとそのときの車速に応じて、速度が速い時は速度の遅い時に比べて長い距離を設定する。一方、ドライバの心理的側面を考慮して、車両の大きさの組み合わせに応じて距離を別に設定することも可能である(例えば、大型車の後の小型車はさらに所定の距離離れた値にする等)。同様にし

て、距離DRも設定できる。一方、目的地点65は走行路上の合流地点や分岐地点を含む任意の場所を選択することが可能である。さらに、目的地点までの途中経路については、制限速度の情報や渋滞の有無、路面の状況、霧や雪などの視界についての情報をデータベースやセンサなどから得ることが可能であるとする。

【0017】次に、図6の自動運転車61が目的地点65に向かって走行し、そこへ到達するまでの走行軌跡を図7に示す。図7の縦軸70は自動車の現在位置から目的地点までの走行経路を直線に変換して表し、横軸74は時刻を表す。そして、所定の点の移動状況を連続的にプロットすることで曲線として軌跡を描くことができる。71は現在時刻75における先端点現在位置を、72は後端点現在位置を、73は直線換算した時の目的地点をそれぞれ示す。78は先端点が描く走行軌跡を、79は後端点が描く走行軌跡を、80はその78と79に挟まれた領域(走行軌跡領域)を示す。そして、先端点が目的地点に到達する時刻を76のT21、後端点が目的地点に到達する時刻を77のT22とする。

【0018】図7に描かれた走行軌跡は、推測したものであり、これからその自動車が走行するための走行計画といえるものである。基本的にはその走行計画は、各自動車毎に決定されるものであり、その決定は複数の事項に対する様々な優先度が付けられたうえでなされる。1つの方法としては、途中経路の区間毎に設定された制限速度情報を用いて、まずその速度に対応する直線の傾きを求め、その手前の区間と対象としている区間の傾きが異なれば、加速度・減速度を用いて、その区間に設定された角度の直線と接線が一致するように曲線で結ぶことで連続的な速度変化となるように軌跡を調整する。これを現在地点・現在時刻からつなげていくことで1つの滑らかな曲線で表される走行軌跡を得ることが可能となる。ここで、渋滞の有無、路面の状況、霧や雪などの視界についての情報はすべて制限速度の情報に換算することで、上述した方法がそのまま適用できる。即ち、渋滞区間では速度が遅くなるため、所定のなしは推測した

渋滞区間での速度を用い、路面が滑りやすかったり、霧や雪によって視界が悪くなった時には、同様に所定のなしは推測した速度を用いるのである。一方、加減速度については、自動車の乗員への乗り心地に重きを置くと比較的値の小さなものになり、特に考慮しなければ自動車の最大値となる。

【0019】次に、以上説明した方法を用いて得られた到着時刻情報を用いて、走行路の合流地点において、自動運転車を合流させる方法について、以下に説明する。

【0020】図8は走行路の合流地点近傍を示したもので、本線走行路81は合流地点83において合流路82と接続している。そして、走行路上を走行路自動運転車85が、合流路上を合流路自動運転車84がそれぞれ合流地点83に向かって走行中であると想定する。

【0021】図9は、図8の想定時に、走行路自動運転車85と合流路自動運転車84がそれぞれ描き得る走行軌跡領域の1例を示している。図8での合流地点83を図9の縦軸上に合流地点90と表す。91は走行路自動運転車85に対する走行軌跡領域を、92は合流路自動運転車84に対する走行軌跡領域をそれぞれ示している。図9のT21Aは走行路自動運転車85の先端点が合流地点に到達する時刻、T22Aは走行路自動運転車85の後端点が合流地点に到達する時刻、T21Bは合流路自動運転車84の先端点が合流地点に到達する時刻、T22Bは合流路自動運転車84の後端点が合流地点に到達する時刻、をそれぞれ表す。図9は、走行路自動運転車85が合流地点を先に通過し、その後合流路自動運転車84が通過することを示している。

【0022】同様に、図10において、201は走行路自動運転車85に対する走行軌跡領域を、202は合流路自動運転車84に対する走行軌跡領域をそれぞれ示している。図10は図9とは逆に、合流路自動運転車84が合流地点を先に通過し、その後走行路自動運転車85が通過することを示している。

【0023】図9、図10は共にそれぞれの自動運転車の走行計画を変更することなく、合流地点で安全に合流できる場合を示している。条件としては、 $T21A < T22A$ であり、 $T21B < T22B$ であることを考えると、 $T22A < T21B$ あるいは $T22B < T21A$ が成立する時は、各自動運転車の走行計画を変更することなく、合流可能であるといえる。この場合は路側の路側中央処理部から、各自動運転車に対して、走行計画の変更要求を出さない。

【0024】図11は、上述した図9と図10の条件が成立しない1例である。211は走行路自動運転車85に対する走行軌跡領域を、212は合流路自動運転車84に対する走行軌跡領域をそれぞれ示している。この図では合流地点90に、走行路自動運転車85が到着する時刻区間[T21A, T22A]と、合流路自動運転車84が到着する時刻区間[T21B, T22B]とが重

っており、何も対策しないと合流地点にて衝突する可能性がある。

【0025】その対策には様々な方法があり、図12はその1例を示している。図12の211と212（破線）は図11で説明したものと同一である。図12では合流路自動運転車の走行計画を変更することで衝突を回避しようとしている。213の走行軌跡領域は、合流路自動運転車に対して、合流地点90において211よりも時刻が後になって到着するように走行計画を変更するように路側中央処理部から制御指令を出して計画を変更した結果の軌跡を示している。一方、214の走行軌跡領域は、合流路自動運転車に対して、合流地点90において211よりも時刻が前に到着するように走行計画を変更するように路側中央処理部から制御指令を出して計画を変更した結果の軌跡を示している。

【0026】衝突回避の別の方法としては、合流路自動車ではなく、走行路自動運転車に対して、同様に走行計画の変更指令を出すことで実現したり、合流路自動運転車と走行路自動運転車の双方に対して、走行計画の変更指令を出すことで実現したりすることが可能である。

【0027】以上の説明では、合流地点での到着時刻区間の重なりの有無による衝突の判定及びその回避方法について述べたが、以下では、さらに合流地点での速度を考慮した方式について説明する。

【0028】到着時刻区間の重なりの有無による衝突の判定では、点として考えた合流地点での衝突の有無は判定できるが、合流した時点から先の時刻における衝突有無の可能性については考慮されていない。よって、例えば、合流地点にて合流する2台の自動運転車で、到着時刻区間同士の時間間隔が短く、かつ後続車の速度が先行車の速度よりも速い場合は、合流後、短時間の後に衝突してしまう可能性が出てくる。そこで、合流後における衝突回避の保証の1つの方式として、時刻区間が重なった場合の衝突回避のための制御指令を出す場合に、走行計画から合流地点での推定速度を求め、後続する自動運転車、つまり合流地点に後の時刻に到着する自動車の速度が速くなる組み合わせを選択しないようにすることで、合流後の衝突回避を保証することが可能となる。

【0029】一方、その代案として、合流地点での速度ではなく、合流地点から下流側に、ある区間を設定してその区間内で、2つの走行軌跡領域が重ならないように制御指令を出す方式もある。これを図13を用いて説明する。図13で216は合流路自動運転車の走行軌跡領域、217は走行路自動運転車の走行軌跡領域を示している。縦軸の215はある基準で定められた衝突回避保証地点を示しており、合流地点90と215で挟まれた走行路区間では衝突の発生を防止することを保証するために設定する。具体的には、これまでは合流地点90上での時刻区間の重なりの有無のみに着目していたが、それに代わって90から215の範囲で走行軌跡領域が重

ならないかどうか、幾何学的に判定するのである。そして、もし重なると判定されれば、これまでと同様にして走行計画の変更を自動運転車に対して行い、重ならないければ変更しないのである。速度を用いて判定する場合に比べて、本方式では速度情報を用いないこと、ただし、衝突回避保証地点から下流側については衝突回避を保証していないことが特徴である。本方式では合流後は、別の衝突回避制御（例えば車両センサからの情報を用いた自動車の自動速度調整制御）が適用されると想定しており、衝突回避区間はその制御を実施するまでの安全を保証した過渡領域と位置づけている。

【0030】次に、自動運転車に対して走行計画の変更指令を出す際に、その変更可能限界を考慮した変更方式について図14を用いて説明する。図11等によって説明した合流地点での時刻区間の重なりがある場合、図12等によって自動運転車の走行計画を変更することで衝突を回避する方式についてこれまで説明した。しかし、実際には、自動運転車は、加速・減速について自動車自身あるいは走行路の構造・状況によって実現し得る値の範囲があり、任意の走行計画をたてることができるわけではない。よって、各自動車毎に、走行できる範囲を明確にしたうえで、その範囲内から実施可能な走行軌跡を選択しなければならない。その範囲の決定方法であるが、これについても複数の方式がある。図14はその1例を示したものである。218と219は合流路自動運転車についてその先端点と後端点の走行軌跡を描いたものであり、220と221は走行路自動運転車についてその先端点と後端点の走行軌跡を描いたものである。ここでは、合流路自動運転車に関して、その加速については、連続的な加速が可能であるとして、その先端点が到達し得る最も速い軌跡として218を描き、その減速については、最低速度を定め、そこに至るような挙動を取った場合に後端点が描く軌跡を219としている。このような仮定のもので描かれた2つの軌跡218と219の間の軌跡領域が合流路自動運転車の取り得る走行軌跡である。一方、走行路自動運転車に関しては、ここでは、加速については最高速度、減速については最低速度を定め、その速度に至るように先端点と後端点についての軌跡を同様に描くことで、走行軌跡領域を得ることができる。これ以外にも、例えば減速については、停止まで減速するという選択も可能であるし、走行路自動運転車についての加速の条件を連続加速可能と設定することも可能である。そして、このようにして得られた範囲を条件として、走行計画の変更を行うのである。

【0031】このように、衝突回避の方策には複数の方式が実現できるが、どの方式を選択するかは安全性・信頼性・円滑性それぞれの観点でどのような比重をかけるか、その制御政策そのものによって決まる。例えば、本線走行路の自動車の流れをできるだけ変えないという方針であれば、図12で説明したように合流路自動運転車

に対して制御することを優先し、また、安全性を考えて加速することはしないのであれば、減速だけを制御手法として走行計画を変更することになる。また、制限速度厳守の方針であれば、自動運転車が制限速度とは異なる速度で走行している場合は、その速度に至るように走行計画を変更するという選択も実施できる。最終的には、これらの制御方針に対してそれぞれ優先度を付けたものの全体を考慮して、各自動運転車に対する制御指令が決定される。

【0032】次に、走行計画変更の具体的手順について以下に説明する。合流地点近傍に接近すると、路側中央処理部からの要求あるいは自動運転車からの自発的な形で、自動運転車において、走行計画が計算される。そして、合流地点での先端点と後端点の到着時刻区間情報、速度情報、変更可能限界範囲情報等を、路側中央処理部に送る。路側中央処理部では到着時刻区間の重なり有無を判定して、重ならなければ、その走行計画通り合流してもよい旨を通知する。重なる場合は、設定された制御方針に基づいて路側中央処理部にて走行計画の変更指令を求める。具体的には、衝突せずに合流できる時刻区間情報を算出し、それを自動運転車に送るのである。自動運転車では送られてきた時刻区間内に到着時刻区間が収まるような走行軌跡を算出し、それを再度路側中央処理部に報告する。路側中央処理部では再度送られてきた情報から重なりのないことを確認し、その走行計画通り合流してもよい旨を通知する。自動運転車は走行計画が認められるとその軌跡にしたがって走行するように車両を制御する。なお、路側中央処理部から自動運転車に対して制御指令を出す時は、同時にドライバに対する警告情報も出す。警告情報は音声や表示装置などを介してドライバに伝えられる。これにより、ドライバは自分の意図に反する車両の挙動についての原因を知ることができ、かつ、自動運転車の自動運転機能に支障が生じた場合、マニュアルで操作するための事前予告の機能としても位置づけられる。

【0033】最後に、以上までは、主として1台の合流路自動運転車と1台の走行路自動運転車の合流方式について説明してきたが、次に、複数台の自動運転車が走行している場合について図15を用いて説明する。

【0034】図15は1台の合流路自動運転車が合流地点に向かって走行し、一方、走行路では複数の自動運転車が連続して走行している様子を描いている。223はその1台の合流路自動運転車の走行軌跡領域であり、222、224、225はそれぞれ走行路を走行する自動運転車の走行軌跡領域を示している。衝突の有無の判定は、これまで説明した1台の合流路自動運転車と1台の走行路自動運転車との判定方式を繰り返して適用することで、その結果から判定することが可能である。図15では合流地点90において、合流路自動運転車は走行路のどの自動運転車とも重ならない様子を示しているた

め、これまで計画した走行軌跡に基づいて合流することが可能である。重なった場合はその前後の自動車の位置関係も考慮して変更方式を決定する必要がある。そのためには、まずその合流路自動運転車の変更可能限界範囲において、合流地点を連続して通過する走行路自動運転車の通過の間隙の時刻区間の中から、合流路自動運転車の合流地点を通過する時刻区間が収まるものがないか探す。もし、あればその間隙区間内に合流路自動運転車が合流できるように走行計画の変更を自動車に対して指令するのである。もし、全くなければ、1つの方式として、自動合流をあきらめる方式も選択肢の1つにある。あるいは、低速で接近して、上流側での間隙を待つ、という方式も1つある。一方、合流を実施させるとすると、1台の合流路自動運転車と1台の走行路自動運転車の合流方式で説明したように、走行路自動運転車に制御指令を発行することになる。どのような制御指令を発行するかは、制御方針によって決定されるが、例えば、間隙時間の中で最大のものの間に合流させることを目標として、その前後の自動運転車に対して、走行計画の変更指令を出して、合流に必要な十分な時間間隙を確保させたり、あるいは、当初の計画において重なりが発生した自動運転車との間で走行計画の変更を実施したりする方式がある。なお、後者の場合はその前後の自動車との間隙時間が変更可能限界範囲となる。さらに、自動運転車同士が車間距離を短くして集団で走行する車群走行を実施している場合は、例えば、1つの車群を1台の自動車と同じに扱い、その間には割り込ませないようにするか、車群全体の走行計画を変更してその間に割り込ませる時は、自動車台数の少ない方の車群に対する変更指令を優先させるなどの方式が適用できる。

【0035】

【発明の効果】本発明により、特に、合流部における合流制御に関して、信頼性、安全性、円滑性の向上した自動運転システムが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】自動運転システム路側構成図。

【図2】自動車に必要な自動運転システム構成図。

【図3】車体制御部の構成図。

【図4】車体センサ部の構成図。

【図5】車体通信部の構成図。

【図6】目的地点に向かう自動運転車についての想定説明図。

【図7】自動運転車の走行軌跡図。

【図8】合流地点で合流する2台の自動運転車想定説明図。

【図9】走行路自動運転車が先行して合流地点を通過する走行軌跡図。

【図10】合流路自動運転車が先行して合流地点を通過する走行軌跡図。

【図11】走行路車と合流路車が合流地点にて衝突する

走行軌跡図。

【図 12】変更した合流路車の走行軌跡図。

【図 13】衝突回避保証地点を考慮した走行軌跡図。

【図 14】走行軌跡図の変更可能限界範囲設定例。

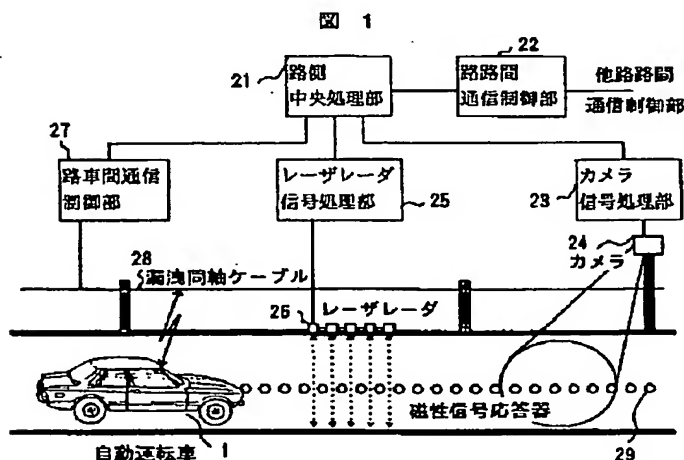
【図 15】複数の走行路自動運転車への合流路車の合流例。

【符号の説明】

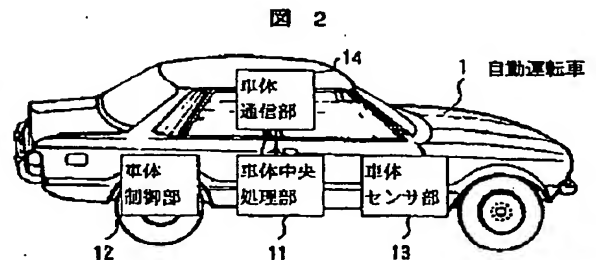
1, 61…自動運転車、11…車体中央処理部、12…車体制御部、13…車体センサ部、14…車体通信部、21…路側中央処理部、22…路路間通信制御部、23…カメラ信号処理部、24, 135…カメラ、25…レーザレーダ信号処理部、26, 131…レーザレーダ、27…路車間通信制御部、28…漏洩同軸ケーブル、29…磁性信号応答器、60…走行路、63…自動運転車からDF前方に設定した先端点、64…自動運転車からDR後方に設定した後端点、65…走行路上の目的地点、70…走行軌跡図の位置を表す縦軸、71…自動運転車の先端点現在地点、72…自動運転車の後端点現在地点、73…目的地点、74…軌跡走行図の時刻を表す横軸、75…現在時刻、76, T21…自動運転車先端点が目的地点に到達する時刻、77, T22…自動運転車後端点が目的地点に到達する時刻、78…自動運転車先端点の走行軌跡図、79…自動運転車後端点の走行軌跡図、80…自動運転車の先端点走行軌跡図と後端点走行軌跡図に挟まれた走行軌跡領域、81…走行路、82…合流路、83…合流地点、84…合流路自動運転車、85…走行路自動運転車、90…目的地点、91…走行路自動運転車走行軌跡領域、92…合流路自動運転車走行軌跡領域、T21A…走行路自動運転車先端点が目的地点に到達する時刻、T22A…走行路自動運転車後端点が目的地点に到達する時刻、T21B…合流路自動運転車先端点が目的地点に到達する時刻、T22B…合流路自動運転車後端点が目的地点に到達する時刻、121…ハン

ドル、122…ハンドル制御部、123…アクセル、124…アクセル制御部、125…ブレーキ、126…ブレーキ制御部、127…ウィンカー、128…ウィンカー制御部、132…レーザレーダ制御部、133…磁気センサ、134…磁気センサ制御部、136…カメラ制御部、141…路車間通信アンテナ、142…路車間通信処理部、143…車車間通信アンテナ、144…車車間通信処理部、201…走行路自動運転車走行軌跡領域、202…合流路自動運転車走行軌跡領域、211…走行路自動運転車走行軌跡領域、212…合流路自動運転車走行軌跡領域、213…合流路自動運転車走行軌跡領域（減速時）、214…合流路自動運転車走行軌跡領域（加速時）、215…衝突回避保証地点、216…合流路自動運転車走行軌跡領域、217…走行路自動運転車走行軌跡領域、T21A2…走行路自動運転車先端点が衝突回避保証地点に到達する時刻、T22A2…走行路自動運転車後端点が衝突回避保証地点に到達する時刻、T21B2…合流路自動運転車先端点が衝突回避保証地点に到達する時刻、T22B2…合流路自動運転車後端点が衝突回避保証地点に到達する時刻、218…合流路自動運転車先端点の最短時間走行軌跡図、219…合流路自動運転車後端点の最長時間走行軌跡図、220…走行路自動運転車先端点の最短時間走行軌跡図、221…走行路自動運転車後端点の最長時間走行軌跡図、T21AM…218が目的地点に到達する時刻、T22AM…219が目的地点に到達する時刻、T21BM…220が目的地点に到達する時刻、T22BM…221が目的地点に到達する時刻、222, 224, 225…走行路自動運転車の軌跡走行領域、223…合流路自動運転車の軌跡走行領域、T21C, T22C…224が合流地点に到達する時刻、T21D, T22D…225が合流地点に到達する時刻。

【図 1】



【図 2】



【図 3】

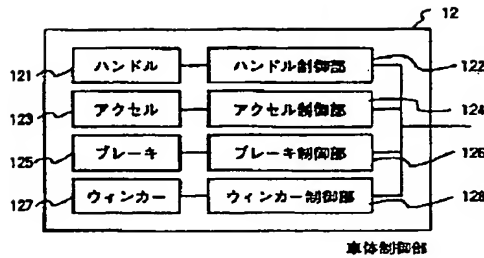


図 3

【図 4】

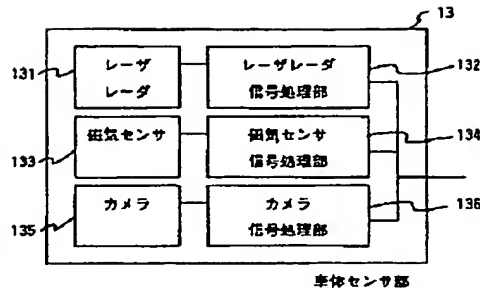


図 4

【図 5】

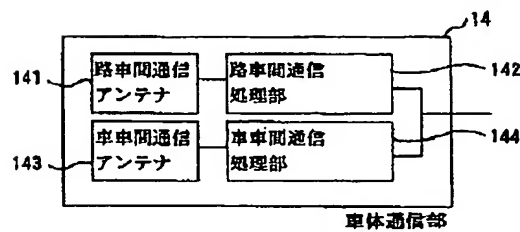


図 5

【図 6】

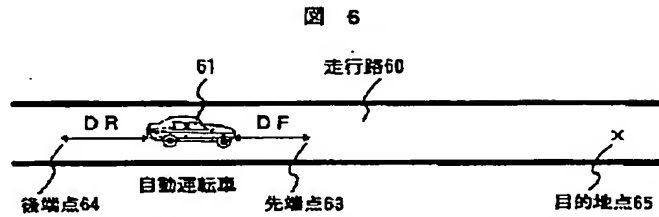


図 6

【図 7】

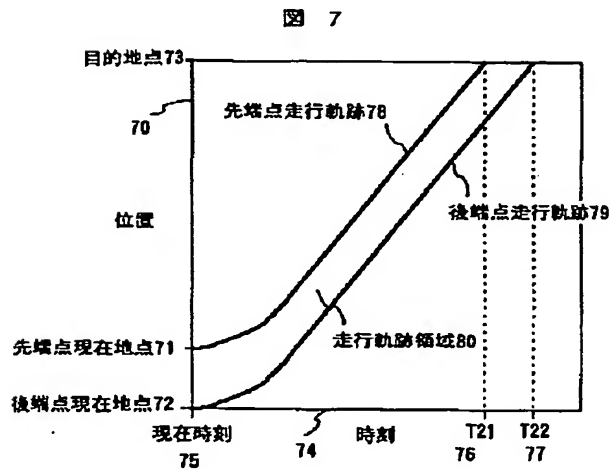


図 7

【図 8】

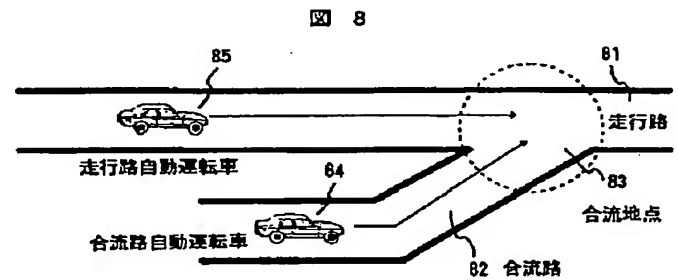


図 8

【図 9】

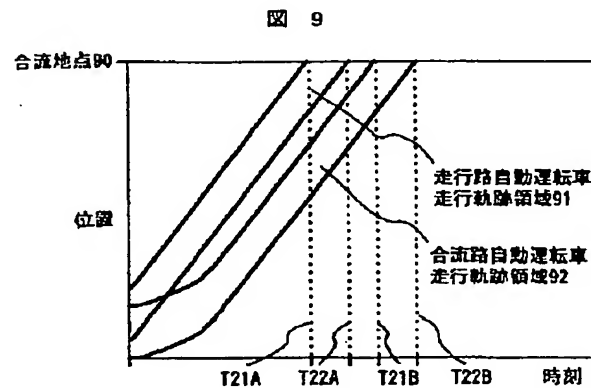
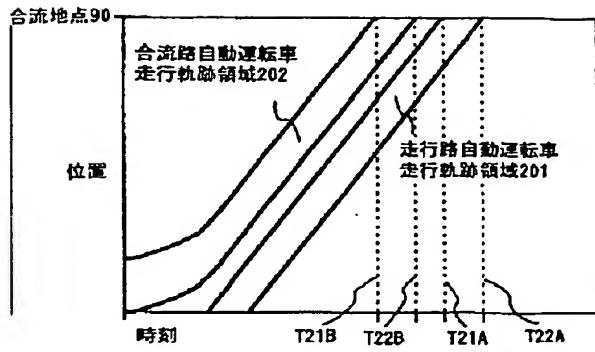


図 9

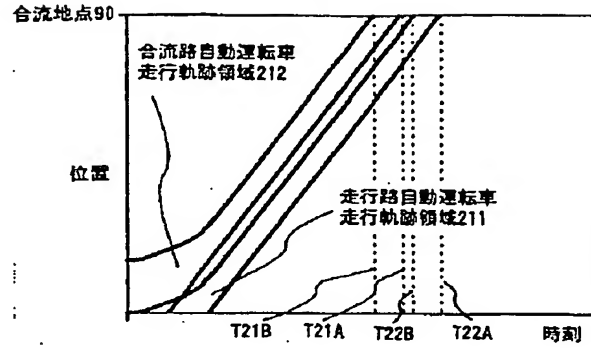
【圖 1 0】

圖 10



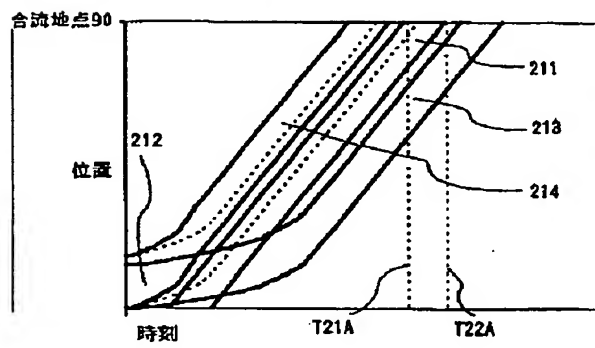
【圖 1 1】

圖 11



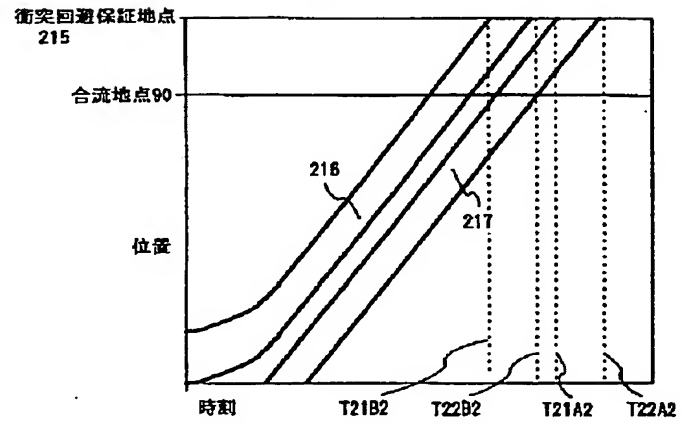
【圖 1 2】

圖 12



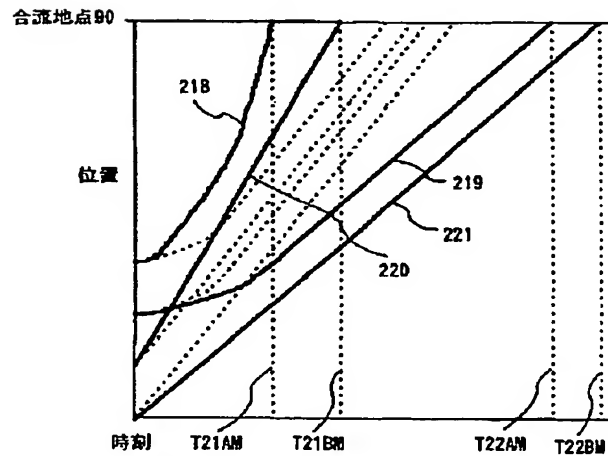
【圖 1 3】

圖 13



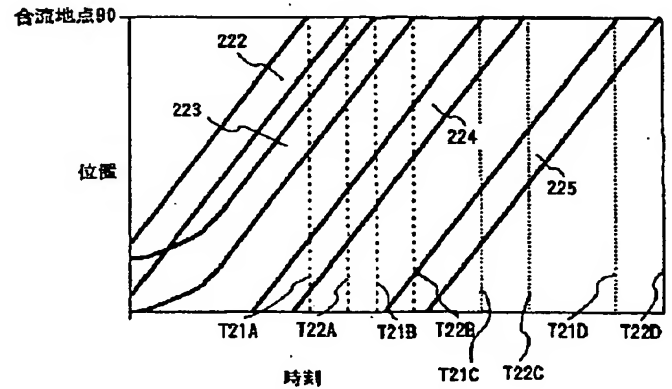
【圖 1 4】

圖 14



【圖 1 5】

圖 15



フロントページの続き

(72)発明者 志磨 健

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内